

地図利用の観点では、インターネットが立ち上がった当初からクリックブルマップによる、地図をインターフェースとした情報検索が多くのホームページで利用され、後の地図利用のヒントとなった。

このような情報検索のインターフェースとしての地図利用は、もともと GIS の機能のひとつとして以前から定着しているが、さらにウェブ技術と GIS 技術の組み合わせにより、より高度な地理情報の共有がネットワーク上で可能となる。

しかし、ウェブは情報の検索・閲覧・共有には強い反面、情報分析・情報更新などの処理機能に弱いという特質がある。この弱点はクライアント・サーバ（以下 C/S）システムによる GIS をウェブシステムと両立させることで補われる。

本研究は、ウェブおよび C/S システムの技術と GIS の組み合わせによるネットワーク型の地理・空間情報共有、情報検索に関して、当社において開発されたシステムを中心にシステム構築の概要、適用プロジェクト、将来展望を述べる。

本研究では GIS を用いて扱う情報として企業内の施設・設備管理、顧客情報をとりあげている。このようなデータは、施設・設備の保安または個人情報保護の観点から企業内利用に限定される。したがって、GIS によるこれらのデータの利用も社外ネットワークとファイアウォールで区分された社内ネットワーク（イントラネット）の範囲で利用している。しかし技術的には汎用的なインターネット技術および C/S 技術をベースとしているのでユーザ認証等のセキュリティ対策を必要に応じたレベルで講じれば、組織外との情報共有にそのまま応用できるものである。特に災害時の地理的・空間的データの共有や施工情報、土質データの共有など、土木分野でも幅広い領域に適用されることが期待される。

2. システム構築

2. 1 従来システムの問題点

(1) 従来型 GIS

PC で利用可能なデスクトップ型 GIS は、GIS の利用者の間口を広げたが、デジタル地図自体が個別の PC に格納されるのが一般的であるため、データの整合性や一元管理という観点から不備な点が多い。解決方法

としてファイルサーバ上で GIS データを共用し、ネットワークで利用する方法がとられることが多い。その場合も使うことのできる端末は GIS ソフトがインストールされた端末に限られ、ネットワークによる幅広い情報共有を行うことができない。

(2) ウェブ

インターネット技術の中でもメールとともに最も定着した技術である。しかし情報検索、マルチメディア情報の共有などの多くの利点がある一方で、データの流れがサーバからクライアントへの一方向であることが多いため、クライアントからのデータ更新がやりにくい。また、ウェブブラウザの機能がデータ検索・閲覧を主眼としたもので、サーバのデータをもとに高度なデータ処理をクライアントで行うアプリケーションを構築しにくいなどの問題点がある。

本格的な GIS をウェブ上に構築する観点では、地図をサーバ上で一元管理し、ウェブブラウザからのリクエストに応じた地図をサーバ上で動的に作成し、ウェブブラウザに返すしくみが必要となる。したがって、ウェブサーバ機能を拡張して GIS 機能を付加し、ウェブブラウザ機能を拡張して地図操作機能を付加するなどの開発が必要となる。

(3) C/S システム

ウェブシステムとは異なり、C/S システムではサーバ・アプリケーション、クライアント・アプリケーションの組み合わせで高度なデータ処理を行うことができる。その反面、処理するソフトウェアを各々の端末に個別にインストールする必要があるため利用端末が限定される。したがって、GIS に関しても、端末が限定されても支障のない、機能的に特化されたアプリケーションやデータ更新系のアプリケーションには C/S システムが向いているが、幅広い情報共有を目的とした GIS には向いていない。

地図利用には多くの側面があり、一つのシステムですべてを解決することは困難である。たとえば、地図を情報検索インターフェースとして用いる場合、地理情報を分析する場合、表示された地図を閲覧して業務に利用する場合などである。

このような側面に対してウェブシステム、C/S システムを適切かつ効率的に組み合わせることが可能な GIS を構築することがこれらの問題点への解決策である。

2. 2 システム構築の要件

本研究は GIS 技術とウェブ、C/S 技術の融合による、図-1 に示すような統合的なネットワーク型地理情報システムの構築を目的としている。

図-1 において地図データは GIS サーバ上で管理される。また、地図データに関連づけられている文字情報は、同一サーバ内かあるいはネットワーク上のリレーショナル・データベース（以下 RDB）に格納される。ウェブから地理情報にアクセスする場合、ウェブサーバを介して GIS サーバにアクセスし、C/S でアクセスする場合は直接 GIS サーバにクライアントからアクセスする。GIS サーバにはウェブ、C/S 両方からアクセス可能なサーバ・アプリケーションが常駐している。

システム構築にあたり、実現すべき項目を以下に挙げる。

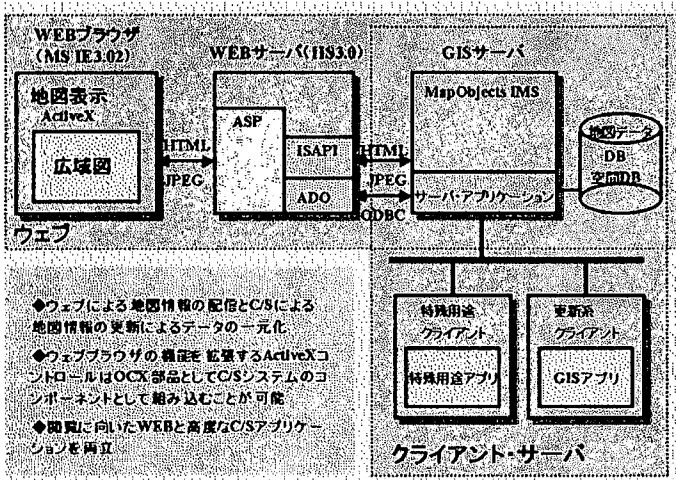


図-1 ウェブと C/S を両立する統合的な GIS

(1) ウェブによる GIS データの共有

ウェブによる地図検索や、ウェブブラウザ上に表示される地図から地理的に関連づけられた属性データを検索するためには標準的なウェブの機能に加えて以下の二つのシステム開発が必要である。

①サーバ機能の拡張

標準のウェブサーバは HTML ベースの情報を配信す

る機能がある。これに加えて例えば RDB を連携させる場合、ウェブサーバと RDB をつなぐゲートウェイ機能が必要である。ウェブサーバでは通常 CGI (Common Gateway Interface) が用いられるが、より安定した動作を実現するため、ウェブサーバと他アプリケーションを連携させるための API (Application Programming Interface) が公開されていることが一般的である。

本研究では、ウェブサーバの背後で GIS サーバおよび地理的情報を格納した RDB を連携させるためにこれらの API を利用し、ウェブサーバに GIS 機能を付加させている。

これにより、ウェブブラウザからユーザがリクエストする地図を動的にウェブサーバを介してブラウザに返し、さらに地図情報に関連づけられた RDB から情報を引き出すことができるようになる。

②クライアント機能の拡張

通常のウェブブラウザは HTML 文書や特定の画像フォーマットを表示するといった非常に限定的な機能しか具備していない。GIS サーバからウェブサーバを介してクライアントに返される地図を動的に表示し、地図操作（ズーム、スクロール、レイヤの表示・非表示等）を可能にするためにはウェブブラウザの機能の拡張が必要となる。通常プラグインをインストールすることによりこのような機能拡張を実現できるが、本研究では、ユーザがネットワーク上のどの端末のウェブブラウザからでも、GIS をプラグインのインストール作業なしに利用できるようにするために ActiveX による地図表示ソフトの自動配信・自動インストールを用いている。

これにより、地図ソフトのない端末でもウェブブラウザから地理情報の掲載されたホームページにアクセスするだけで自動的に地図操作機能をもった ActiveX コントロールが配信され、ウェブブラウザの機能を拡張する。ActiveX は JAVA と同様のプログラム自動配信の技術である。JAVA と異なる点は、OS が Windows に限定され、最初のプログラム配信の際にプログラムがメモリに展開されるだけでなく、ハードディスクに書き込まれるところにある。したがって2度目の GIS 利用からはプログラム配信なしに、拡張されたウェブブラウザで GIS を利用することができる。

図中でクライアントのウェブブラウザ機能を拡張する ActiveX コントロールは2種類ある。ひとつは画面左上の住所や目標物による地図検索を可能にする検索コントロール、もうひとつは画面右側の地図表示コントロールである。このように2つに分けた利点は、検索コントロールを他の地図表示用 ActiveX コントロールと共用できることにある。本研究においては図-3～図-7に示す広域図ベース (1/25,000~1/10,000) の GIS と導管設備マッピングデータ表示 (図-8) の2種類の地図の表示形態 (2種類の地図表示用の ActiveX コントロール) があるが、検索コントロールは共通して使えるため合理的なシステム開発やコンパクトなプログラム配信を行うことができる。

地図表示のコントロールには地図を操作するためのツールを集めたフローティング・パレット (ツールバー) があり、このアイコンをクリックすることによって各種地図の操作を行うことができる。ツールバーによる主な地図の操作は、ズーム、パンニング、レイヤ・ラベルの表示・非表示、属性データの検索、統計データ表示、凡例表示、クリップボードへの地図画像のコピー、画像データとしての地図データ保存、プリンタ制御であり、検索・閲覧系の GIS 用途をほぼ満足する機能となっている。図-3ではツールバーは画面左側中ほどにある。

3. システムの運用例

3. 1~3. 5に実際に構築した GIS の運用例を示す。これらの運用例は、2. 3 (2) で述べた広域図を用いたシステムと導管設備マッピングデータを用いた2種類のシステム、あるいはその組み合わせで成り立っている。(データの格納場所については図-2に示す) 3. 1~3. 4が主として広域図を用いたもので、3. 5が主として導管設備マッピングデータを用いたものである。この2つのシステムは地図の表示範囲 (緯度経度情報) をパラメータとして同一範囲の切り替え表示が可能であるので、両者を参照することが容易にできる。

3. 1 設備検索・表示システム (ウェブ型)

ベースとなる地図として 1/25,000~1/10,000 の精度を持つ広域図を用いている。カーナビゲーション等

に用いられる、道路が1本線で表現される地図とは異なり、道幅を認識できる道路境界線で道路を表現したレイヤーを持つ。クライアント端末では主要なガス導管や減圧設備、重要顧客などをウェブブラウザ上の地図に表示し、設備等に関する RDB 上の属性データを地図上のシンボルをクリックすることにより検索する。

(図-3) このような地図と連携する RDB は、GIS サーバ・アプリケーションと ODBC (Open Database Connectivity) ドライバにより関連づけられており、ネットワーク上の RDB であればどこでも検索することができる。(図-2)

ウェブブラウザに組み込まれる地図検索コントロール、地図表示コントロールはこのシステムのもの社内標準的なものとし、クライアント側に多様な ActiveX がダウンロードされることによる混乱を避ける運用にしている。

今後は文字ベースの情報だけでなくウェブの特徴を活かしたマルチメディアデータ (現場写真等) の検索が地図から行えるようにする予定である。

3. 2 統計分析システム (ウェブ型)

3. 1と同一システム上で、サーバ・アプリケーションとして比較的簡単な統計分析をクライアントからのリクエストに応じて地図上に表示できるものである。図-4、図-5にサンプル画像を示す。

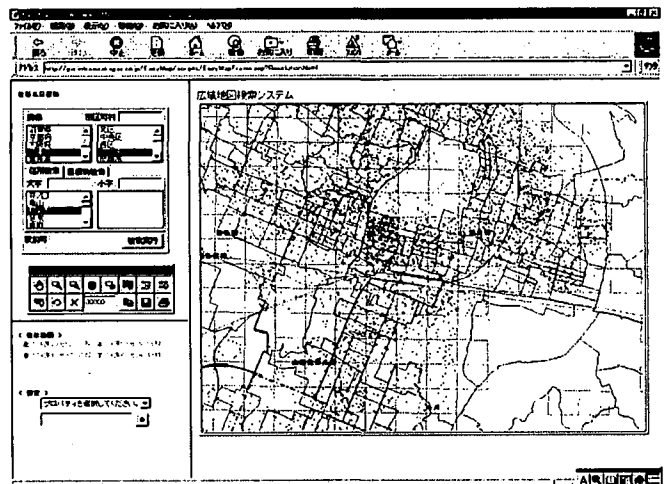


図-4 統計分析システム (ドット密度表示)

図-4は表示されている直行メッシュ単位における顧客数をドット密度で示したもので、図-5は同じメ

ツッシュ単位のガス販売量を色別のランクマップに示したものである。どちらのデータも統計データをメッシュ ID に対応した数値データとしてサーバ上に持っているだけで地図の図形レイヤとしては持っていない。この数値データをユーザからのリクエストに応じてサーバ側で分析、動的にウェブ表示するものである。

操作としては 3. 1 と同様にツールバーからこのような主題図を動的に表示させることができる。

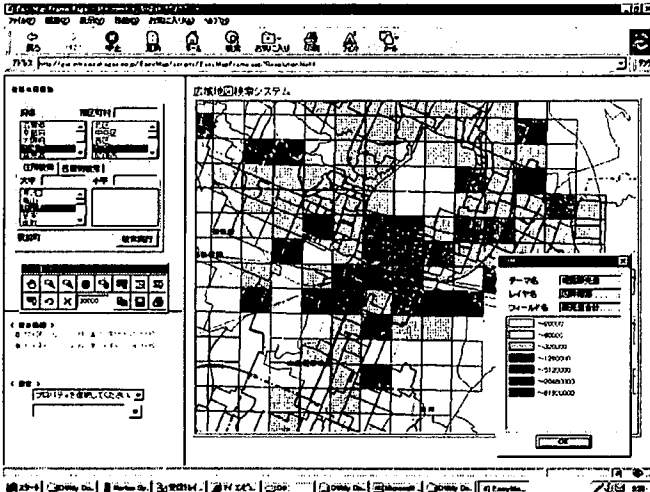


図-5 統計分析システム (色別ランクマップ表示)

3. 3 顧客設備管理システム (ウェブ型)

ある特定のガス設備を設置した顧客を地図上にプロットし、RDB 上で管理されている設備のスペックなどの文字情報を検索する顧客管理システムである。(図-6)

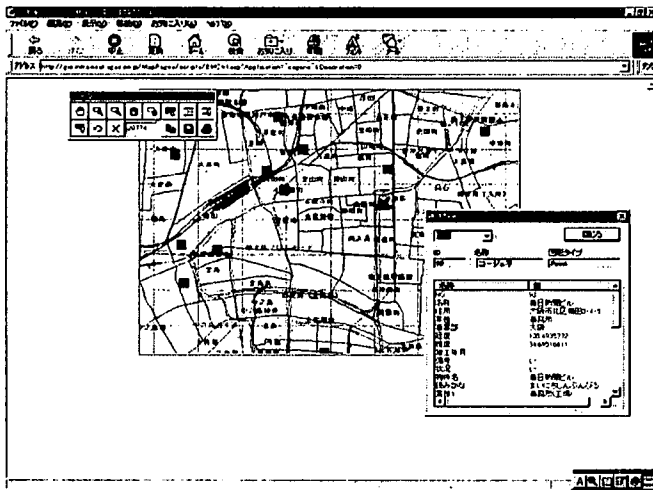


図-6 顧客設備管理システム

3. 1 の設備検索・表示システムとは地図上に表示するレイヤーの組み合わせが異なることや、検索インターフェースがそれほど必要ではなく地図表示と地図からのデータベース検索のみが必要であることから、3. 1 とは別に、必要最小限のレイヤーの組み合わせによるサーバ・アプリケーションを立ち上げている。顧客情報は GIS サーバ・アプリケーションに ODBC 接続された外部サーバを利用している。

運用面では、実際に顧客を管理する所属のイントラネットのホームページ上に地図表示のボタンを設けており、それをクリックすることにより必要な地図を表示し、顧客情報を得ることができる。

3. 4 設備監視 (アラーム表示) デモシステム (C/S 型)

サーバ・アプリケーションとしては 3. 1、3. 2 で述べたものと全く同じものを共有している。(図-7)

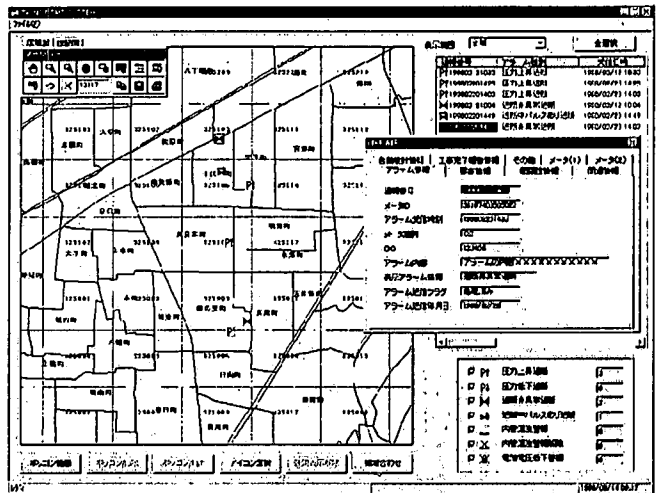


図-7 設備監視デモシステム

C/S 型のアプリケーションにした理由は、設備から送られるアラームの位置を動的に地図上に表示するという特殊な用途であるため、通常のウェブによる表示システムでは不十分だからである。またユーザ層も監視業務に限定されるため、広域なウェブ配信がさほど重要ではない。こういった観点からサーバプロセスをウェブシステムと共有する C/S システムとしてアプリケーションを開発した。

また、3. 5 に述べる導管設備管理のマッピングシ

システムと連携して異常表示だけでなく同一の地図範囲の導管マッピング情報を切り替え表示することもできる。

広域図の地図表示コントロールは、ウェブで利用しているものと同じものを C/S アプリケーションにあらかじめ組み込んでいる。ウェブ型との違いは、地図表示のコンテナとなるアプリケーションがウェブブラウザではなくカスタム・アプリケーションであることと、プログラムの自動配信を行わないことである。

まだ実運用に至っていないプロトタイプではあるが、主として以下の機能を持つ。

- (1) 設備異常が起こった場所を動的に地図上に異常の種類別にシンボル表示する
- (2) 個別の異常表示の詳細情報を表示する
- (3) 任意ポリゴンからその中に含まれる設備リストを検索し、異常個所の設備を特定する
- (4) 導管設備マッピングと連携して関連する導管網を表示する

今後実運用を実現するには各々の設備の位置情報(点データ)が GIS 上で管理されるようにデータ整備を行う必要がある。

3. 5 導管設備マッピングシステム (ウェブ型)

このシステムは、従来から当社が開発を重ねている導管設備用のマッピングシステムをウェブ上で閲覧できるようにしたものである。ウェブ対応にするために、ベクトルデータによるマッピングデータを直接ウェブ上で閲覧・操作できる ActiveX コントロールを開発した。これによりウェブブラウザさえあれば社内どの端末からでも導管設備マッピング情報にアクセスすることができるようになった。このようなシステムはとりわけ震災時などの緊急時において特殊な端末を必要とせずに導管設備情報を手に入れることができることに意義がある。

図-8に画面サンプルを示す。

このシステムのもうひとつの特徴として、表示した地図の四隅の緯度経度情報を前述の広域図検索システムに送ることにより、前述の広域図システムに表示を切り替えることができる。このような異なるシステムを緩やかに連携させることは、同一システムでの連携を実現するために開発を重ねるよりもはるかに効率的

かつ経済的である。

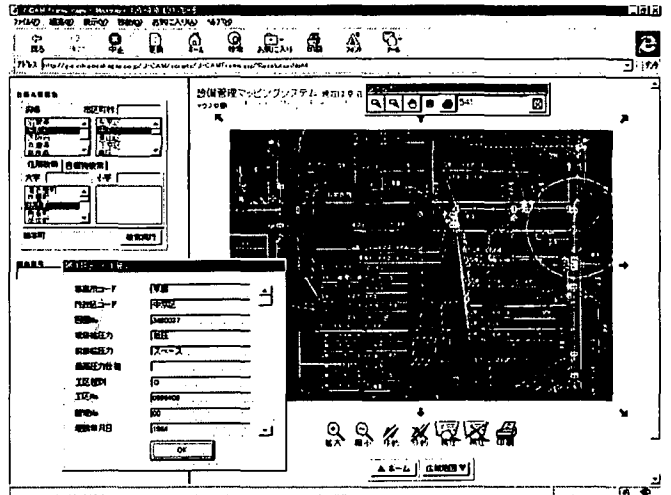


図-8 導管設備マッピングシステム

地図表示に関しては必ずしも一つの表現の地図データを利用することが適切とはいえず、目的に応じた地図の表現を切り分けて利用することがユーザの利便性を高めることになる。そのためにも異なる GIS システムあるいはマッピングシステムの連携をウェブを介して行うことは情報共有の質を高める上でも重要なことである。

4. 結論

4. 1 研究の成果

本研究で開発に成功した、ウェブおよび C/S 統合環境下での GIS システムの成果をまとめる。

- (1) GIS サーバ・アプリケーションとウェブサーバの連携による、GIS データのウェブ配信が可能となった。
- (2) ウェブブラウザによる簡易かつ高度な地図操作および検索機能を ActiveX を利用して実現した。
- (3) 検索コントロールと地図表示コントロールの分離により、ActiveX 配信の軽量化、開発の効率化を図ることができた。
- (4) 統計的な分析機能を GIS サーバで行うことにより、サーバ管理下の数値データによる動的な地理的分析が可能になった。
- (5) 地図データを GIS サーバで一元管理し、さらにネットワーク上に分散する RDB 管理下の属性データと連携することができた。

- (6) GIS サーバ・アプリケーションを共有することで、ウェブ型、C/S 型を両立する合理的なシステム構成を実現した。
- (7) 実用面では、地図表示に要する時間が 4～5 秒程度と、ネットワーク環境下でほぼ満足できるパフォーマンスが得られた。
- (8) ウェブ型、C/S 型の使い分けることにより、標準的な検索・閲覧機能から特殊アプリケーション、更新機能などの幅広い用途に柔軟に対応できるシステム構築ができるようになった。
- (9) 従来の設備管理マッピングシステムとのウェブ上、C/S 上での連携を実現し、異なるシステムのネットワーク上での協調利用が可能となった。

4. 2 今後の課題

本研究で、ウェブ型と C/S システム型を両立させるシステムの開発に成功した。イントラネット環境で試行した結果、実用に耐える十分なパフォーマンスも得られた。しかし今後、回線速度の遅いインターネット環境で実用性を発揮するには、地図データ検索の高速化、ベクトルデータの直接配信などの技術開発が必要であろう。

さらに、現状のシステムでは地図データのメンテナンスとそれに連動する RDB のメンテナンスは厳密な意味で連動していない。例えば、ある設備が追加された場合、地図へのプロットと RDB の入力という 2 つの作業が生じる。地図をインターフェースとしたデータベース更新も汎用の GIS ソフトを用いることである程度は可能ではあるが、データ更新の際の排他制御、図形更新のようなロングトランザクションとデータベース更新のようなショートトランザクションの整合性の実現など、解決すべき課題はある。

このような機能を実現するには、図-9 に示すような RDB の中で直接図形データを管理する、空間データベースの概念が必要となる。GIS や RDB 全般の動向としてもそれを空間データベースを目標とした製品や規格の整備が進みつつある。

今後このような空間データベース技術の発展が GIS の応用分野の拡大の課題となるろう。

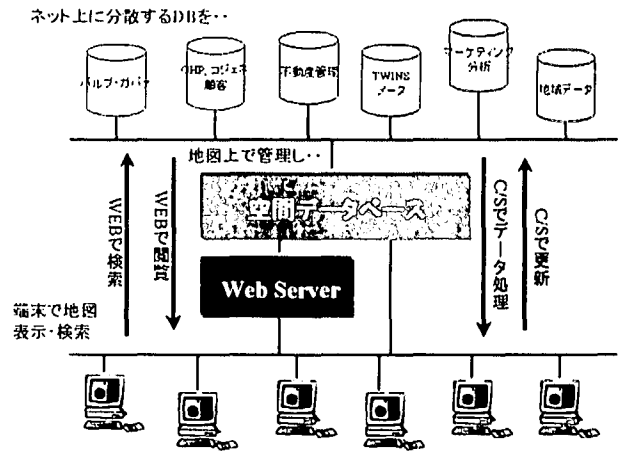


図-9 空間データベースによる地理情報の管理

5. おわりに

本研究では、ウェブ環境、C/S 環境を利用したネットワーク型地理情報システムの構築とその応用範囲について述べた。扱った素材は設備・顧客管理が中心であるが、土木分野における種々の情報は地理データ(空間データ)と結び付けられるものが非常に多い。今後、汎用的なインターネット環境や C/S 環境での地理情報の管理や共有に幅広く応用できる技術として開発を進める予定である。

参考文献

- 1) ソフトバンクネットワークセンター：Windows NT 4.0 ネットワーク構築ガイド、ソフトバンク、1997 年
- 2) 高阪宏行・岡部篤行：GIS ソースブック、古今書院、1996 年
- 3) 日経データプロ：WWW-データベース連携システム構築法、日経 BP 社、1996 年
- 4) 桜井博行：GIS 電子地図革命、東洋経済新報社、1997 年